

# Ergonomia no terceiro milênio: requisitos humanos para o objeto, para o ambiente, para a cidade

Mario dos Santos Ferreira<sup>1</sup>

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil

Fecha de recepción: 01/07/2011. Fecha de aceptación: 15/11/2011.

## Resumo

O artigo apresenta uma reflexão em torno à importância e o papel que desempenha a ergonomia, física e não-física, em a arquitetura e as cidades do terceiro milênio, em as sociedades do conhecimento, onde se configura um cenário para a vida de todos os grupos humanos, incluindo idosos, gestantes, crianças e deficientes. O autor faz ênfase em três requisitos humanos para o desenho: i) para o objeto: simplicidade, lógica do usuário; ii) para o ambiente construído: barreiras, distribuição de funções; e iii) para a cidade: acessibilidade ou ergonomia urbana.

## Palavras-chave

Grupos humanos, requisitos para o desenho, ergonomia não-física.

## Ergonomía en el tercer milenio: requisitos humanos para el objeto, para el ambiente, para la ciudad

## Resumen

*El artículo presenta una reflexión en torno a la importancia y el papel que desempeña la ergonomía, física y no-física, en la arquitectura y las ciudades del tercer milenio, en las sociedades del conocimiento, donde*

*se configura un escenario para la vida de todos los grupos humanos, incluyendo ancianos, gestantes, niños y deficientes. El autor hace énfasis en tres requisitos humanos para el diseño: i) para el objeto: simplicidad, lógica del usuario; ii) para el ambiente construido: barreras, distribución de funciones; y iii) para la ciudad: accesibilidad o ergonomía urbana.*

## Palabras clave

*Grupos humanos, requisitos para el diseño, ergonomía no-física.*

## Third millennium ergonomics: human factors in objects, built environments and city design

## Abstract

*The article presents a meditation on the importance and the role played by physical and non-physical ergonomics in third millennium cities and architecture, the knowledge societies providing the scenario for all human groups, including infants, the elderly and the disabled. The author emphasizes on three human factors to be met when designing i) objects: simplicity, user logic; ii) built environments: barriers, function distribution; and iii) cities: accessibility and urban ergonomics.*

## Keywords

*Human groups, human factors in design, non-physical ergonomics.*

.....  
<sup>1</sup>Arquiteto, Universidade do Vale do Rio dos Sinos; Doutor em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina; M.Sc. em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. [msferreira@pucrs.br](mailto:msferreira@pucrs.br)

## Introdução

“O universo dos objetos e utilidades, agora despreendido das carcaças que encobriam os mecanismos, começa a aproximar-se efetivamente da forma orgânica e parecer-se mais com a gênese formal do homem” (Ferreira & Righi, 1998).

No século XXI, a sociedade do conhecimento que se materializa através do uso das tecnologias de informação e uso intensivo do ambiente de intangibilidade, tem provocado profundas transformações no conceito do trabalho humano, em sua organização e processo produtivo. Este contexto pressupõe novas necessidades e habilidades humanas, do ponto de vista cognitivo e perceptual, até então, não exigidas de forma mais intensa.

Diferentemente dos primeiros cinquenta anos do século passado, os esforços do segundo pós-guerra concentravam-se na modificação dos processos de trabalho, buscando informações humanas para conceituação das tarefas e dimensionamento dos meios de produção em situações de conforto e segurança. Esta ênfase humana orientava-se fundamentalmente para a atividade produtiva no que diz respeito a soluções essencialmente físicas, de postura no trabalho, manipulação dos objetos e artefatos utilizados pelo operador. No entanto, as pesquisas concentravam-se predominantemente nos aspectos físicos os quais provocaram, durante algum tempo, confusões entre o real significado da ergonomia e suas disciplinas de apoio como a antropometria, fisiologia e biomecânica.

Ao longo da história humana, os romanos, essencialmente utilitaristas, adotaram um sistema de medidas de base antropométrica, a partir das medidas do corpo humano. Conseguiram padronizar seus tijolos em dois tipos universais (*bipetalis* e *sesquipetalis*). O módulo utilizado pelos romanos para garantia da proporção e a harmonia das construções eram, por exemplo, pés e braços humanos. Acreditavam que o módulo obtido a partir da dimensão humana era mais adequado, visto que as construções abrigavam o homem e suas atividades e, como tal, o homem seria a medida para todas as utilidades em sua cultura material. No século XV da Era Cristã, Cennino Cennini ajusta a proporção de Vitruvio, estabelecendo que a envergadura humana equivalia à estatura. Leonardo Da Vinci, no período do Renascimento ratifica esta afirmativa ao desenvolver estudos e desenhos de anatomia humana. Já no período da Segunda Guerra Mundial, os conhecimentos de antropometria, fisiologia e biomecânica foram utilizados para ajustes de novos desenhos de *cockpits* de aeronaves de combate.

O terceiro milênio, hoje, aponta para a necessidade de utilização da ferramenta ergonomia para o auxílio na solução dos novos problemas e situações humanas do cotidiano que o cenário tecnológico nos traz. Neste ambiente de terceira revolução industrial, o desenvolvimento tecnológico possibilitou avanços na medicina que culminaram no aumento da expectativa de vida da população, com o conseqüente surgimento de um grupo significativo de população idosa.

A tecnologia que permitiu o avanço da medicina com o aumento da expectativa de vida coloca o grande e importante grupo dos idosos neste cenário, com características físicas, perceptuais e cognitivas diferenciadas, em função das alterações orgânicas decorrentes da idade. No Brasil, o IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2005), estima para 2025 uma população de 30 milhões de idosos. A estatura (homens, redução de 3 cm até 80 anos; mulheres, 2,5 cm) e a força (aos 65 anos a perda é de 25%) do grupo de indivíduos idosos começam a decrescer gradativamente. Seus processos cognitivos, como tempo de reação, aos 60 anos são 20% menores que em jovens de 20 anos. A capacidade de acomodação visual (foco em objetos próximos é de 50 e 100 cm aos 60 anos, enquanto em jovens de 16 anos este foco é de 8 cm).

As alterações socioculturais, decorrentes deste cenário de intenso desenvolvimento tecnológico, propiciaram a institucionalização das políticas de inclusão social da população com deficiências, através de soluções de produtos, espaços e ambientes via adaptações e adequações à este grupo não menos significativo, do ponto de vista da acessibilidade física e visual-sinalização e mobilidade. A OMS aponta que 10% da população de cada país apresenta algum tipo de deficiência física, sensorial (visual e auditiva) e mental.

Assim, do ponto de vista sociocultural, o destaque e valorização de grupos diferenciados aponta para um novo tipo de abordagem humana dos padrões antropométricos, diferente dos padrões adotados no século passado que, aos moldes do nazismo, orientava a pesquisa e fundamentava projetos de utilidades, ferramentas e equipamentos orientados para os indivíduos fisicamente “sadios” e bem proporcionados, com exclusão de idosos, gestantes, crianças e deficientes. Os grandes grupos se dividiram em outros grandes subgrupos. Panero Y. Zelnick (2002) em suas publicações ainda incluíam idosos e deficientes num mesmo capítulo.

### Quadro 1.

Características tecnológicas do século XXI e o impacto sobre o ser humano

Cenário	Características	Impacto sobre o ser humano
Tecnologia	1. Introdução crescente de novos artefatos e utilidades no cotidiano doméstico e profissional.	1. Transtorno no uso diário de utilidades: dificuldades de acionamento e manipulação. Necessidade de programação (fogões, fornos, geladeiras, televisores).
	2. A redução volumétrica dos objetos e equipamentos resultantes da incorporação da tecnologia eletroeletrônica.	2. Dificuldade de manejos e coordenação motora.
	3. Redução do ciclo de vida dos produtos e utilidades domésticas.	3. Redução do tempo de “aprendizagem”.
	4. Utilização intensiva do controle remoto (televisores, gravadores e projetores, computadores, celulares.	4. Alteração da habilidade manual, necessidade de uso do polegar em “contatos simples” e “arrastes”.
	5. Instalação de equipamentos originalmente não previstos, em espaços residenciais e profissionais.	5. Aumento da temperatura no ambiente, em função da troca de calor dos motores, compressores e condensadores de cada novo equipamento adquirido; redução do índice de incidência lumínica natural e do nível de ventilação do compartimento, em função da volumetria dos equipamentos acrescentados.

Fonte: Elaboração própria.

Hoje, porém, os aspectos cognitivos e perceptuais apresentam-se tão ou mais fortes quanto os aspectos físicos. Hall (1996) já afirmava que o ambiente físico mudara significativamente e apresentava-se como de difícil compreensão. Evoluíram as tarefas e, com elas, as técnicas, os equipamentos/dispositivos e os níveis de conhecimento/habilidades para sua realização. Da primária manipulação direta de instrumentos às sofisticadas operações de diagnóstico, hoje possíveis, realizadas no âmbito das *interconexões*, os arquétipos se modificaram substancialmente.

A ergonomia não-física concentra sua atividade para a pesquisa e solução de problemas humanos no decurso do trabalho, considerando o homem como um sistema de tratamento de informações, no qual a ação humana é precedida das etapas de detecção, discriminação, tratamento e informação. Caracteriza uma condição além das preocupações iniciais de Frederick Taylor (2008), cujos estudos envolviam uma simples relação sinal-resposta. O terceiro milênio configura um cenário diferenciado para a vida de relação de todos os grupos humanos, além dos idosos e deficientes, os quais podem ser categorizados.

Conceitualmente a ergonomia rejeita a designação corrente de que o trabalho operário é exclusivamente manual. Ao contrário, a ergonomia coloca em evidência a atividade cognitiva desenvolvida em qualquer

## Quadro 2.

Características culturais do século XXI e o impacto sobre o ser humano

Cenário	Características	Impacto sobre o ser humano
Cultura	1. Substituição da letra pelo número.	1. Implicações na memória de longo termo (Kapferer, 1978): "recepção das mensagens: processo envolvendo 4 fenômenos: atenção, percepção, compreensão e memorização.
	2. Lógica de programação, conectividade e interatividade.	2. Alterações na solicitação dos sentidos (visão, tato e audição): legibilidade, engates e interpretação dos sinais.
	3. Substituição da linguagem verbal (alfanumérica) pela tecla.	3. Desconsideração do contexto cultural: importância decisiva e significação restrita às mensagens transmitidas (processo cognitivo: efetivado no contexto cultural).
	4. Instruções, informações e comandos em idiomas diferentes de sua realidade cultural de origem (predomínio do inglês).	4. Dificuldades na percepção e cognição: controle remoto (quantidade de comandos, idioma).
	5. Alteração constante do arquétipo (forma conhecida) dos produtos, equipamentos, artefatos e ambientes.	5. Dificuldades semânticas e pragmáticas (leitura e compreensão das funções de produtos e ambientes).
	6. Alteração no arranjo interno das habitações e edificações profissionais.	6. Alteração na percepção dos espaços e ambientes arquitetônicos.

Fonte: Elaboração própria.

tipo de trabalho, desde aquele considerado como estritamente manual até, em outro extremo, o trabalho considerado como intelectual, como por exemplo, de certas tarefas ditas repetitivas até tarefas complexas de programação de computadores.

### Requisitos humanos para o objeto: simplicidade, lógica do usuário

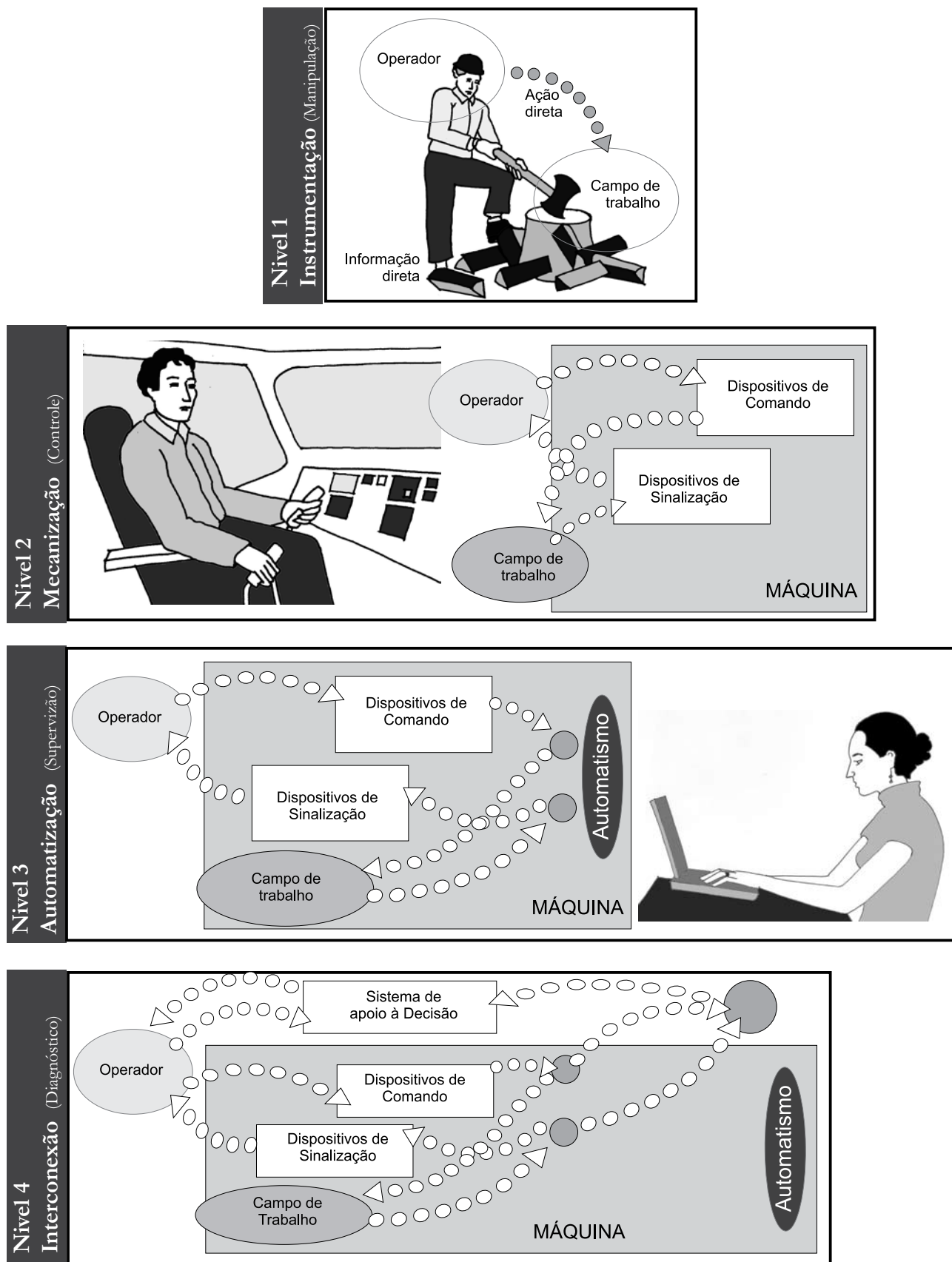
A evolução da válvula ao transistor, ao *chip*, propiciou a redução volumétrica no âmbito da cultura material, inversamente proporcional à capacidade operativa dos artefatos e objetos. No entanto, é importante observar que hoje lidamos simultaneamente com dispositivos e artefatos em quatro níveis: instrumentação, mecanização, automatização e interconexão.

A simultaneidade do trabalho dos sistemas muscular e neuronal é evidente. Isso, no entanto não implica em substituição e, sim, acréscimos. Manipular, controlar, supervisionar e diagnosticar é

tarefa que desempenhamos em paralelo todo o tempo. As instruções de montagem e utilização dos produtos, até então estabelecidas de acordo com uma *lógica de funcionamento* (linguagem técnica), passam a utilizar uma linguagem fundamentada na *lógica de utilização* (linguagem do usuário) evitando informações, desenhos e termos restritos ao meio técnico-profissional.

De forma geral, a ergonomia busca estabelecer a interface desejada entre a *tarefa* (o prescrito, o que deve ser feito) e a *atividade* (o executado, o que foi efetivamente realizado), adequando os aspectos lógicos (como fazer) e os fatores materiais (com o que fazer) necessários para que a tarefa transforme-se em atividade.

Decisões de produtos como esta, buscam sua fundamentação na Psicologia da Percepção, nos conhecimentos de campos como cognição, comunicação e semiótica, os quais se preocupam com os aspectos intangíveis e lógicos do trabalho humano. A alteração dos arquétipos dos artefatos e dos



**Figura 1** - Evolução das técnicas e das tarefas (Adaptado de Santos et al, 1997)

objetos é objeto de estudo da ergonomia não-física. A percepção (a leitura) da nova forma de um produto/objeto está intrinsecamente ligada a fatores psicológicos e sócio-culturais que concorrem para a aprovação ou rejeição do produto. Esta aprovação-rejeição está vinculada à condição do uso em termos de identificação de “onde acionar”, “onde pegar”, “como transportar” e ser reconhecido como utilidade “familiar” por parte do usuário.

A aparência do produto passa ainda pela necessidade de reconhecimento e familiarização objeto-usuário, questão relativa à ergonomia não-física (cognição e percepção), caracterizado como arquétipo do produto. Ainda, no campo perceptual, incluem-se as questões de legibilidade e compreensão das informações (painéis, displays e mostradores), instruções de uso, característica técnicas inerentes ao produto.

### **Requisitos para o ambiente construído: barreiras, distribuição de funções**

No ambiente construído, responsável pelo abrigo da relação homem-objeto, percebe-se um descompasso temporal e tecnológico marcante, conflitante com as interfaces utilizadas pelo homem para apropriação física destes espaços, do ponto de vista ergonômico. No cenário tecnológico atual, percebe-se uma mudança radical na configuração física, nos arquétipos dos objetos, artefatos e utilidades, com os quais o homem estabelece interface e utiliza o ambiente construído.

Na medida em que a variável tecnologia permite a alteração dos arquétipos das utilidades, as dimensões-envelope, bem como as conexões (fluxos e circulações) entre as demais funções arquitetônicas sofrem profunda alteração dimensional. A resposta do organismo humano aos estímulos do ambiente natural é o modo de sua apropriação física, em sua necessidade de sobrevivência e obtenção de condição mínima de conforto.

O objeto arquitetônico deve ser, portanto, um produto da consideração de variáveis ergonômicas, constituído de funções, espaços a partir de um invólucro, denominado pelo envelope-humano. É papel deste invólucro a proteção do indivíduo das ações do meio externo e da intempérie, numa condição de habitabilidade, representada por requisitos de segurança, higiene e conforto. O atendimento destes três requisitos transforma o espaço organizado (perceptível) em espaço qualificado (tangível), onde o objeto arquitetônico deve ser visto como sendo a soma dos espaços organizados e qualificados.



Kikutake (1989), nos anos oitenta, já afirmava que a aproximação do terceiro milênio obrigaria o profissional do projeto a repensar valores como o eterno, o definitivo, em decorrência do caráter dinâmico e transitório das inovações. Para sintetizar o pensamento do conceito formulado, Kikutake reorganiza o método projetual numa tríade, por ele constatada e experimentada durante três décadas: *Ka, Kata e Katachi*.

◆ *Ka*, caracterizando a busca do novo conceito em função das transformações pressentidas;

◆ *Kata*, a tecnologia como condicionante para viabilização do conceito;

◆ *Katachi*, a forma como máxima expressão material do indivíduo, já liberada dos condicionantes funcionais, pelo desenvolvimento tecnológico, observados os requisitos semióticos (de leitura e compreensão) e ergonômicos (qualidade de uso) dos artefatos e ambientes construídos.

O último conceito define bem a tendência neste milênio, no que tange à abordagem projetual, na medida em que caracteriza que a forma também é função. A partir do exposto, percebe-se claramente os objetivos básicos, de natureza ergonômica, física e não-física, do processo de trabalho em arquitetura na concretização do habitat humano:

◆ Conforto e proteção

◆ Escala e proporção

◆ Função e utilização

◆ Viabilização e materialização

Hoje a arquitetura já é entendida como uma área de conhecimento que lida com os aspectos não - quantificáveis, condições fisiológicas, psicofisiológicas e sociais do Homem na busca de uma ordem estético-formal, semiótica e cognitiva com consideração simultânea de aspectos quantificáveis de natureza técnico-funcional. É uma das formas efetivas de expressão material da cultura dos povos ao longo da existência humana e o registro histórico do momento de uma comunidade.

### **Requisitos para a cidade: acessibilidade ou ergonomia urbana**

Pode-se afirmar que a civilização encontra-se, hoje num ponto de inflexão, na medida em que paradigmas e dogmas vêm sendo discutidos, substituídos e alterados. O reflexo físico desta obsolescência é demonstrado na configuração das grandes cidades, concentrando a mobilidade urbana no uso do automóvel.



As ações desenvolvidas para dotar as cidades atuais de condições de acessibilidade, são, na realidade, exercícios de adaptação e adequação de cidades com configuração do medievo. No entanto, exemplos estudados ao longo da história do homem, anterior à ótica oficial da acessibilidade, contemplavam o dimensionamento das cidades a partir do estudo do Homem.

Abordar acessibilidade urbana ou *ergonomia urbana* significa tratar das possibilidades e condições que cada indivíduo ou grupo social dispõem para participar das atividades necessárias e desejadas em sua locomoção no espaço urbano, do ponto de vista da infra-estrutura dos espaços públicos de forma a atender as demandas e proporcionar eficiente circulação do pedestre na cidade, tratamento das superfícies, disponibilidade de uso do mobiliário urbano e acesso aos sistemas de informação e sinalização.

Iniciativas na área da acessibilidade devem permitir a utilização qualificada dos espaços públicos consolidando o pedestre como o principal protagonista da vida urbana, contemplando-o com adequado dimensionamento, escala e proporção dos espaços, tratamento e acabamento de superfícies, elementos de mobiliário urbano destinados ao efetivo atendimento individual e coletivo, identificados com o lugar. Os instrumentos oficiais de planejamento urbano devem estabelecer condições de plena utilização do território, resgatando o espaço público ao seu verdadeiro e histórico dono: o pedestre.

## A valorização do conhecimento dos fatores humanos

É sabido que existem dois tipos de conhecimento humano que se complementam como suas unidades estruturais básicas (Nonaka & Takeuchi, 1997: xiii):

◆ O *conhecimento explícito*, articulado na linguagem formal, inclusive em afirmações gramaticais, expressões matemáticas, especificações, manuais e assim por diante, o que lhe permite ser facilmente transmitido aos operários na prescrição de tarefas.

◆ O *conhecimento tácito*, que é o conhecimento pessoal incorporado à experiência individual e envolve fatores intangíveis como, por exemplo, crenças pessoais, perspectivas e sistemas de valor, sendo de difícil articulação na linguagem formal, portanto, mais relacionado com a atividade.

## Conclusão

Num cenário de inovação constante, com profundas modificações e alterações na cultura material e imaterial, a ergonomia passa a constituir-se no único referencial confiável para a solução de situações que envolvam a relação homem-tarefa, estabelecendo premissas para a concepção dos meios de produção e organização do trabalho humano, em condições de conforto, segurança e produtividade. A atividade de comando e controle do sistema nervoso central é sempre subjacente à atividade muscular, ainda que não seja, por natureza, observável diretamente.

A ergonomia, conceituada como uma ferramenta necessária para a adaptação do *trabalho-atividade* ao homem, rompe as barreiras do físico e passa a considerar enfaticamente os aspectos não físicos ao seu escopo de pesquisa humana. Nesta condição o conhecimento tácito, considerando sua componente “contexto cultural” assume importância significativa na medida em que parte do conhecimento humano vincula-se às suas origens, as quais interferem na lógica de pensamento e compreensão da realidade.

## Referências

- ◆ Dos Santos, Neri & Fialho, Francisco Antonio Pereira (1997) *Manual de análise ergonômica no trabalho*. Curitiba: Gênese.
- ◆ Ferreira, Mario dos Santos & Righi, Carlos A. Ramírez (1998) O Ambiente construído e a terceira revolução industrial: A busca do novo paradigma na relação habitat-objeto. *Anais do P&D Design*, N° 98, vol. 2: 506-512.
- ◆ Hall, Edward T. (1996) *The Hidden Dimension*. New York: Anchor Books.
- ◆ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. *Perfil do idoso no Brasil*. [www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/perfilidoso](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/perfilidoso). Acesso internet em 15.05.2005
- ◆ Kapferer, Jean-Nöel (1991) *As Marcas, Capital da Empresa*. Porto: Edições Cetop.
- ◆ Kikutake, Kyonori (1989) A Morfose da Tecnologia. *AU-Arquitetura e Urbanismo*, ano 5, nº 24.
- ◆ Nonaka, Ikujiro & Takeuchi, Hirotaka (1997) *Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação*. Rio de Janeiro: Campus.
- ◆ Panero, Julius & Zelnik, Martin (2002) *Dimensionamento humano para espaços interiores: um livro de consulta e referência para projetos*. Barcelona: Gili.
- ◆ Taylor, Frederick (2008) *Shop Management*. San Diego, California: NuVision publications.